



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 40 968 A 1**

⑥ Int. Cl.⁶:
F 02 D 41/02
F 02 D 9/02
F 02 D 33/02

⑳ Aktenzeichen: 197 40 968.7
㉔ Anmeldetag: 17. 9. 97
㉕ Offenlegungstag: 18. 3. 99

DE 197 40 968 A 1

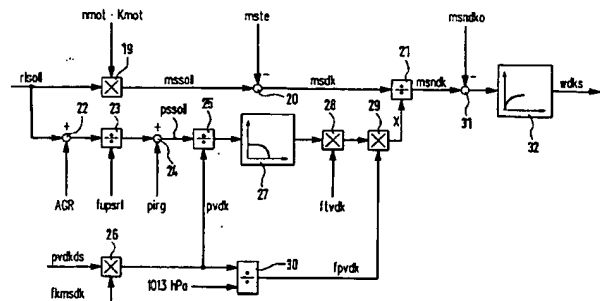
㉑ **Anmelder:**
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉒ **Erfinder:**
Wild, Ernst, 71739 Oberriexingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 **Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine**

⑤7 Es wird eine Brennkraftmaschine (1) insbesondere für ein Kraftfahrzeug beschrieben, die mit einer in einem Ansaugrohr (6) angeordneten Drosselklappe (8) versehen ist, über die Luft einem Brennraum (4) zuführbar ist. Des weiteren ist ein Steuergerät (17) vorgesehen, mit dem die Winkelstellung (wdks) der Drosselklappe (8) in Abhängigkeit von einem Soll-massenstrom (mssoll) über die Drosselklappe (8) einstellbar. Auf diese Weise kann die der Brennkraftmaschine (1) zugeführte Luft sehr genau ermittelt und eingestellt werden.



DE 197 40 968 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere für ein Kraftfahrzeug, bei dem Luft über eine in einem Ansaugrohr angeordnete Drosselklappe einem Brennraum zugeführt wird, und bei dem die Winkelstellung der Drosselklappe eingestellt wird. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Brennkraftmaschine insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einer in einem Ansaugrohr angeordneten Drosselklappe, über die Luft einem Brennraum zuführbar ist, und mit einem Steuergerät, mit dem die Winkelstellung der Drosselklappe einstellbar ist.

Die Anforderungen an eine moderne Brennkraftmaschine im Hinblick auf die Steuerung der Luftzufuhr zum Brennraum werden immer höher. Aus diesem Grund ist es erforderlich, diese Steuerung weiter zu verbessern. Zu diesem Zweck wird bei bekannten Brennkraftmaschinen aus dem unter anderem von dem Fahrer des Kraftfahrzeugs gewünschten Fahrzustand ein Sollmoment ermittelt, das von der Brennkraftmaschine erzeugt werden soll. Zusätzliche Momentananforderungen an die Brennkraftmaschine können von einer Getriebesteuerung, einer Klimaregelung oder dergleichen kommen. Das gesamte Sollmoment wird dann dazu verwendet, die zugehörige Luftmasse im Brennraum zu berechnen und einzustellen, die erforderlich ist, um den gewünschten Fahrzustand, also beispielsweise eine Beschleunigung des Kraftfahrzeugs, zu erreichen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine zu schaffen, mit dem die Genauigkeit bei der Einstellung der dem Brennraum zuzuführenden Luftmasse verbessert ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art bzw. bei einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Winkelstellung der Drosselklappe in Abhängigkeit von einem Sollmassenstrom über die Drosselklappe eingestellt wird.

Es wird also aus dem erwünschten Sollmoment ein Sollmassenstrom berechnet, der angibt, wieviel Luft der Brennkraftmaschine zuzuführen ist, damit das Sollmoment erzeugt wird. Aus diesem Sollmassenstrom wird dann die Winkelstellung für die Drosselklappe ermittelt, die erforderlich ist, damit die erforderliche Luft über die Drosselklappe zu dem Brennraum der Brennkraftmaschine gelangt. Es hat sich gezeigt, daß auf diese Weise eine sehr genaue Berechnung der Winkelstellung der Drosselklappe möglich ist, was dann den Vorteil mit sich bringt, daß auf dieser Basis die Berechnung der einzuspritzenden Kraftstoffmasse ebenfalls sehr genau durchführbar ist.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Sollmassenstrom insbesondere in Abhängigkeit von der Drehzahl der Brennkraftmaschine aus einer Sollluftfüllung in dem Brennraum der Brennkraftmaschine ermittelt wird.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung werden von dem Sollmassenstrom ein Massenstrom aus einer Tankentlüftung abgezogen. Auf diese Weise kann die gegebenenfalls von einer Tankentlüftung kommende Luft ebenfalls berücksichtigt werden.

Besonders zweckmäßig ist es, wenn von dem Sollmassenstrom ein Leckmassenstrom abgezogen wird. Durch den Leckmassenstrom kann diejenige Luft berücksichtigt werden, die auch bei geschlossener Drosselklappe an derselben vorbeifließt.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird aus dem Sollmassenstrom ein Normmassenstrom gebildet. Durch diese Normierung wird erreicht, daß drosselklappenspezifische Parameter, wie beispielsweise der Reibungsbeiwert der Drosselklappe oder dergleichen, die an

sich nur ungenau zu ermitteln sind, bei der Berechnung herausfallen. Die gesamte Berechnung wird dadurch wesentlich genauer.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird zur Berechnung des Normmassenstroms die Strömungsgeschwindigkeit über die Drosselklappe berücksichtigt. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit über die Drosselklappe in Abhängigkeit von einem Druck vor der Drosselklappe und einem Solldruck nach der Drosselklappe ermittelt wird. Des weiteren ist es besonders zweckmäßig, wenn bei der Berechnung des Solldrucks nach der Drosselklappe der Druck des Restgases in dem Brennraum berücksichtigt wird.

Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird zur Berechnung des Normmassenstroms ein die Temperatur vor der Drosselklappe berücksichtigender Faktor und/oder ein den Druck vor der Drosselklappe berücksichtigender Faktor verwendet. Auf diese Weise wird der tatsächliche Massenstrom an den Normmassenstrom angepaßt.

Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Steuerelements, das für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist. Dabei ist auf dem insbesondere als Speichermedium ausgebildeten Steuerelement ein Programm abgespeichert, das auf einem Rechenggerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauf-fähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes Programm realisiert, so daß dieses mit dem Programm versehene Speichermedium in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

Fig. 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, und Fig. 2 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben der Brennkraftmaschine nach der Fig. 1.

In der Fig. 1 ist eine Brennkraftmaschine 1 eines Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, an den über Ventile 5 ein Ansaugrohr 6 und ein Abgasrohr 7 angeschlossen sind. Des weiteren sind dem Brennraum 4 in nicht dargestellter Weise ein Einspritzventil und eine Zündkerze zugeordnet. In dem Ansaugrohr 6 ist eine drehbare Drosselklappe 8 untergebracht.

Zwischen der Drosselklappe 8 und dem Brennraum 4 mündet eine Tankentlüftung in das Ansaugrohr 6. Die Tankentlüftung weist ein Aktivkohlefilter 11 auf, das über eine Leitung 12 mit dem Ansaugrohr 6 verbunden ist, wobei in der Leitung 12 ein Ventil 13 untergebracht ist. Über die Leitung 12 kann Regeniergas aus dem Aktivkohlefilter 11 dem Brennraum 4 zugeführt werden, und mit dem Ventil 13 kann der Zufluß des Regeniergases zu dem Ansaugrohr 6 beeinflußt werden.

Der Drosselklappe 8 ist ein Stellmotor 14 zugeordnet, mit

dem die gewünschte Winkelstellung wdkd der Drosselklappe 8 eingestellt werden kann. Des weiteren ist vor der Drosselklappe 8 ein Drucksensor 15 angeordnet, mit dem der Druck pvdks vor der Drosselklappe 8 gemessen werden kann. Vorzugsweise ist in dem Abgasrohr 7 ein Katalysator 16 untergebracht.

Des weiteren ist die Brennkraftmaschine 1 mit einem Steuergerät 17 versehen, das über entsprechende elektrische Verbindungen 18 mit den Sensoren der Brennkraftmaschine 1, beispielsweise mit dem Drucksensor 14, sowie mit den Aktoren der Brennkraftmaschine 1, beispielsweise mit dem Stellmotor 15 oder den Ventilen 10, 13 gekoppelt ist.

In der Fig. 2 ist ein Verfahren zum Betreiben der Brennkraftmaschine 1 der Fig. 1 dargestellt. Bei diesem Verfahren kann die Tankentlüftung vorhanden sein, muß aber nicht. Des weiteren können auch noch weitere Sensoren vorhanden sein, wie beispielsweise ein Luftmassensensor vor der Drosselklappe 8 oder ein weiterer Drucksensor nach der Drosselklappe 8.

Von dem Steuergerät 17 wird zuerst in Abhängigkeit von dem Wunsch des Fahrers, beispielsweise in Abhängigkeit von einer erwünschten Beschleunigung des Kraftfahrzeugs, eine Sollluftfüllung rlsoll berechnet. Diese Sollluftfüllung rlsoll wird dabei aus der Stellung eines von dem Fahrer betätigten Fahrpedals sowie gegebenenfalls aus dem Betriebszustand anderer Einrichtungen des Kraftfahrzeugs, beispielsweise einer eingeschalteten Klimaanlage oder dergleichen abgeleitet. Insbesondere wird die Sollluftfüllung rlsoll über ein Sollmoment ermittelt, das aus den genannten Anforderungen an die Brennkraftmaschine 1 berechnet wird.

In Abhängigkeit von der Drehzahl nmot der Brennkraftmaschine 1 und einem von der Brennkraftmaschine 1 abhängigen Faktor Kmot wird die Sollluftfüllung rlsoll an einer Verknüpfungsstelle 19 multiplikativ in einen Sollmassenstrom mssoll umgerechnet. Der Faktor Kmot berücksichtigt dabei das Volumen des Zylinders 3 der Brennkraftmaschine 1. Der Sollmassenstrom mssoll stellt denjenigen Massenstrom dar, der in den Brennraum 4 der Brennkraftmaschine 1 gelangen muß, damit die Sollluftfüllung rlsoll in dem Brennraum 4 vorhanden ist und damit der Wunsch des Fahrers erfüllt werden kann.

Der Sollmassenstrom mssoll, der in den Brennraum 4 der Brennkraftmaschine 1 gelangen soll, setzt sich aus einem Massenstrom msdk über die Drosselklappe 8 und einem Massenstrom mste aus einer gegebenenfalls vorhandenen Tankentlüftung zusammen. Ist somit eine Tankentlüftung vorhanden, so werden an einer Verknüpfungsstelle 20 der Massenstrom mste aus der Tankentlüftung von dem Sollmassenstrom mssoll abgezogen. Damit verbleibt nach der Verknüpfungsstelle 20 noch der über die Drosselklappe 8 fließende Massenstrom msdk.

Der Massenstrom msdk über die Drosselklappe 8 wird an einer Verknüpfungsstelle 21 in einen Normmassenstrom msndk über die Drosselklappe 8 umgerechnet. Zu diesem Zweck wird der Massenstrom msdk über die Drosselklappe 8 an der Verknüpfungsstelle 21 durch ein Signal x dividiert.

Zur Berechnung des Signals x wird die Sollluftfüllung rlsoll an einer Verknüpfungsstelle 22 mit einer Luftfüllung AGR additiv verknüpft, mit der eine gegebenenfalls vorhandene Abgasrückführung von dem Abgasrohr 7 zu dem Ansaugrohr 6 berücksichtigt werden kann. Danach wird das Ausgangssignal der Verknüpfungsstelle 22 an einer Verknüpfungsstelle 23 durch einen Faktor fupsrl dividiert, wodurch die gegebenenfalls durch die Luftfüllung AGR ergänzte Sollluftfüllung rlsoll in einen Druck umgerechnet wird. Der Faktor fupsrl ist dabei insbesondere abhängig von der Temperatur im Brennraum 4 der Brennkraftmaschine 1, die ihrerseits beispielsweise über die Temperatur des Kühl-

wassers ermittelt werden kann.

Zu dem Ausgangssignal der Verknüpfungsstelle 23 wird an einer Verknüpfungsstelle 24 ein Druck p_{irg} hinzugefügt, der aus demjenigen Restgas hervorgeht, das nach einer Verbrennung nicht aus dem Brennraum 4 ausgestoßen wird, sondern in demselben verbleibt. Als Ausgangssignal der Verknüpfungsstelle 24 entsteht damit insgesamt der Soll-druck pssoll nach der Drosselklappe 8. Die Sollluftfüllung rlsoll ist somit in den Solldruck pssoll nach der Drosselklappe 8 umgerechnet worden.

An einer Verknüpfungsstelle 25 wird dann der Solldruck pssoll nach der Drosselklappe 8 durch den Druck pvdk vor der Drosselklappe 8 dividiert. Der Druck pvdk vor der Drosselklappe 8 ergibt sich dabei aus dem von dem Drucksensor 15 gemessenen Druck pvdks, der an einer Verknüpfungsstelle 26 durch einen Faktor f_{kmsdk} multipliziert wird. Mit dem Faktor f_{kmsdk} werden Fehler bei der Berechnung des Massenstroms msdk über die Drosselklappe 8, beispielsweise Dichtefehler und dergleichen ausgeglichen.

Das Ausgangssignal der Verknüpfungsstelle 25 stellt das Verhältnis des Solldrucks pssoll nach der Drosselklappe 8 zu dem Druck pvdk vor der Drosselklappe 8 dar. Dieses Verhältnis wird einer Kennlinie 27 zugeführt, mit der die Strömungsgeschwindigkeit der Luft über die Drosselklappe 8 berücksichtigt wird. Insbesondere handelt es sich dabei um eine Ausflußkennlinie für die Drosselklappe 8.

Das Ausgangssignal der Kennlinie 27 wird zuerst einer Verknüpfungsstelle 28 zugeführt, über die ein die Temperatur vor der Drosselklappe 8 berücksichtigender Faktor ftvdk multiplikativ in die Berechnung einbezogen wird. Dann wird das Ausgangssignal einer weiteren Verknüpfungsstelle 29 zugeführt, mit der ein den Druck vor der Drosselklappe 8 betreffender Faktor fpvdk berücksichtigt wird. Das Ausgangssignal der Verknüpfungsstelle 29 ist das Signal x, durch das der Massenstrom msdk über die Drosselklappe 8 an der Verknüpfungsstelle 21 dividiert wird.

Der den Druck vor der Drosselklappe 8 betreffende Faktor fpvdk wird dabei an einer Verknüpfungsstelle 30 durch eine Division des Drucks pvdk vor der Drosselklappe 8 durch den Druck 1013 hPa (Hecto-Pascal) erzeugt.

Wie bereits erwähnt, ergibt die Division des Massenstroms msdk über die Drosselklappe 8 durch das Signal x den Normmassenstrom msndk, der als Ausgangssignal an der Verknüpfungsstelle 21 zur Verfügung steht. Von diesem Normmassenstrom msndk wird an einer Verknüpfungsstelle 31 ein normierter Leckmassenstrom msndko abgezogen. Bei dem Leckmassenstrom msndko handelt es um diejenige Luft, die auch bei geschlossener Drosselklappe 8 an derselben vorbeifließt.

Das Ausgangssignal der Verknüpfungsstelle 31 wird einer der Drosselklappe 8 zugeordneten Kennlinie 32 zugeführt, mit der der Zusammenhang zwischen einem erwünschten, dem Brennraum 4 zuzuführenden Massenstrom und der dazugehörigen einzustellenden Winkelstellung wdkd der Drosselklappe 8 berücksichtigt. Da es sich bei dem Eingangssignal der Kennlinie 32 um ein normiertes Signal handelt, kann durch entsprechende vorausgehende Messungen unter Normbedingungen die gesamte Kennlinie ohne weiteres ermittelt werden. Insbesondere schwer zu bestimmende Parameter der Kennlinie 32 der Drosselklappe 8 fallen dabei durch die Normierung heraus.

Als Ausgangssignal der Kennlinie 32 ist somit die Winkelstellung wdkd der Drosselklappe 8 vorhanden, mit dem dann der Stellmotor 15 der Drosselklappe 8 angesteuert wird.

In einem anderen Ausführungsbeispiel sind bei der Berechnung des Solldrucks pssoll die Eingriffe des Faktors fupsrl und die Restgaskorrektur p_{irg} vertauscht, d. h. die

Verknüpfungsstellen 23 und 24 sind vertauscht. Damit werden im wesentlichen dieselben technischen Ergebnisse erreicht.

Ferner wird in einem anderen Ausführungsbeispiel die Berechnung des Solldrucks p_{soll} nicht ausgehend vom Sollwert der Füllung r_{lsoll} , sondern ausgehend von dem daraus berechneten Sollluftmassenstrom m_{soll} durchgeführt. Damit werden im wesentlichen dieselben technischen Ergebnisse erreicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere für ein Kraftfahrzeug, bei dem Luft über eine in einem Ansaugrohr (6) angeordnete Drosselklappe (8) einem Brennraum (4) zugeführt wird, und dem die Winkelstellung (wdks) der Drosselklappe (8) eingestellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Winkelstellung (wdks) der Drosselklappe (8) in Abhängigkeit von einem Sollmassenstrom (m_{soll}) über die Drosselklappe (8) eingestellt wird. 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollmassenstrom (m_{soll}) insbesondere in Abhängigkeit von der Drehzahl (nmot) der Brennkraftmaschine (1) aus einer Sollluftfüllung (r_{lsoll}) in dem Brennraum (4) der Brennkraftmaschine (1) ermittelt wird. 25
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß von dem Sollmassenstrom (m_{soll}) ein Massenstrom (m_{ste}) aus einer Tankentlüftung abgezogen werden. 30
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß von dem Sollmassenstrom (m_{soll}) ein Leckmassenstrom (m_{sldko}) abgezogen wird. 35
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Sollmassenstrom (m_{soll}) ein Normmassenstrom (m_{sndk}) gebildet wird. 40
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Berechnung des Normmassenstroms (m_{sndk}) die Strömungsgeschwindigkeit über die Drosselklappe (8) berücksichtigt wird. 45
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsgeschwindigkeit über die Drosselklappe (8) in Abhängigkeit von einem Druck (p_{vdk}) vor der Drosselklappe (8) und einem Solldruck (p_{soll}) nach der Drosselklappe (8) ermittelt wird. 50
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Solldruck (p_{soll}) nach der Drosselklappe (8) aus der Sollluftfüllung (r_{lsoll}) berechnet wird. 55
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Berechnung des Solldrucks (p_{soll}) nach der Drosselklappe (8) der Druck (p_{irg}) des Pestgases in dem Brennraum (4) berücksichtigt wird. 60
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck (p_{vdkds}) vor der Drosselklappe (8) gemessen und mit einem Faktor (f_{kmsdk}) korrigiert wird. 65
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Berechnung des Normmassenstroms (m_{sndk}) ein die Temperatur vor der Drosselklappe (8) berücksichtigender Faktor (f_{tvdk}) und/oder ein den Druck vor der Drosselklappe (8) berücksichtigender Faktor (f_{pvdk}) verwendet wird.
12. Steuerelement, insbesondere Read-Only-Memory, für ein Steuergerät (17) einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, auf dem ein Pro-

gramm abgespeichert ist, das auf einem Rechenggerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 geeignet ist.

13. Brennkraftmaschine (1) insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einer in einem Ansaugrohr (6) angeordneten Drosselklappe (8), über die Luft einem Brennraum (4) zugeführbar ist, und mit einem Steuergerät (17), mit dem die Winkelstellung (wdks) der Drosselklappe (8) einstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Steuergerät (17) die Winkelstellung (wdks) der Drosselklappe (8) in Abhängigkeit von einem Sollmassenstrom (m_{soll}) über die Drosselklappe (8) einstellbar ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

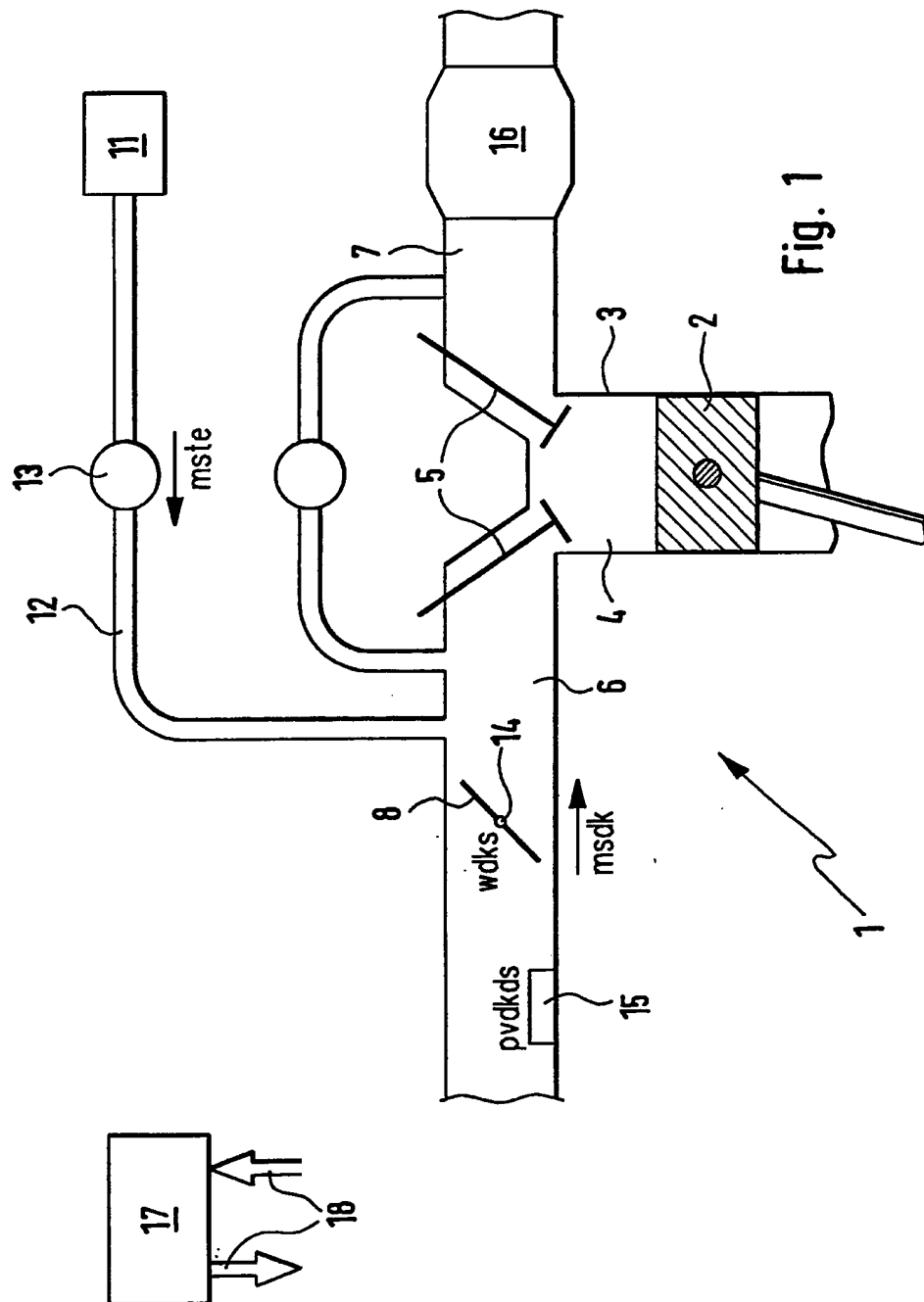


Fig. 1

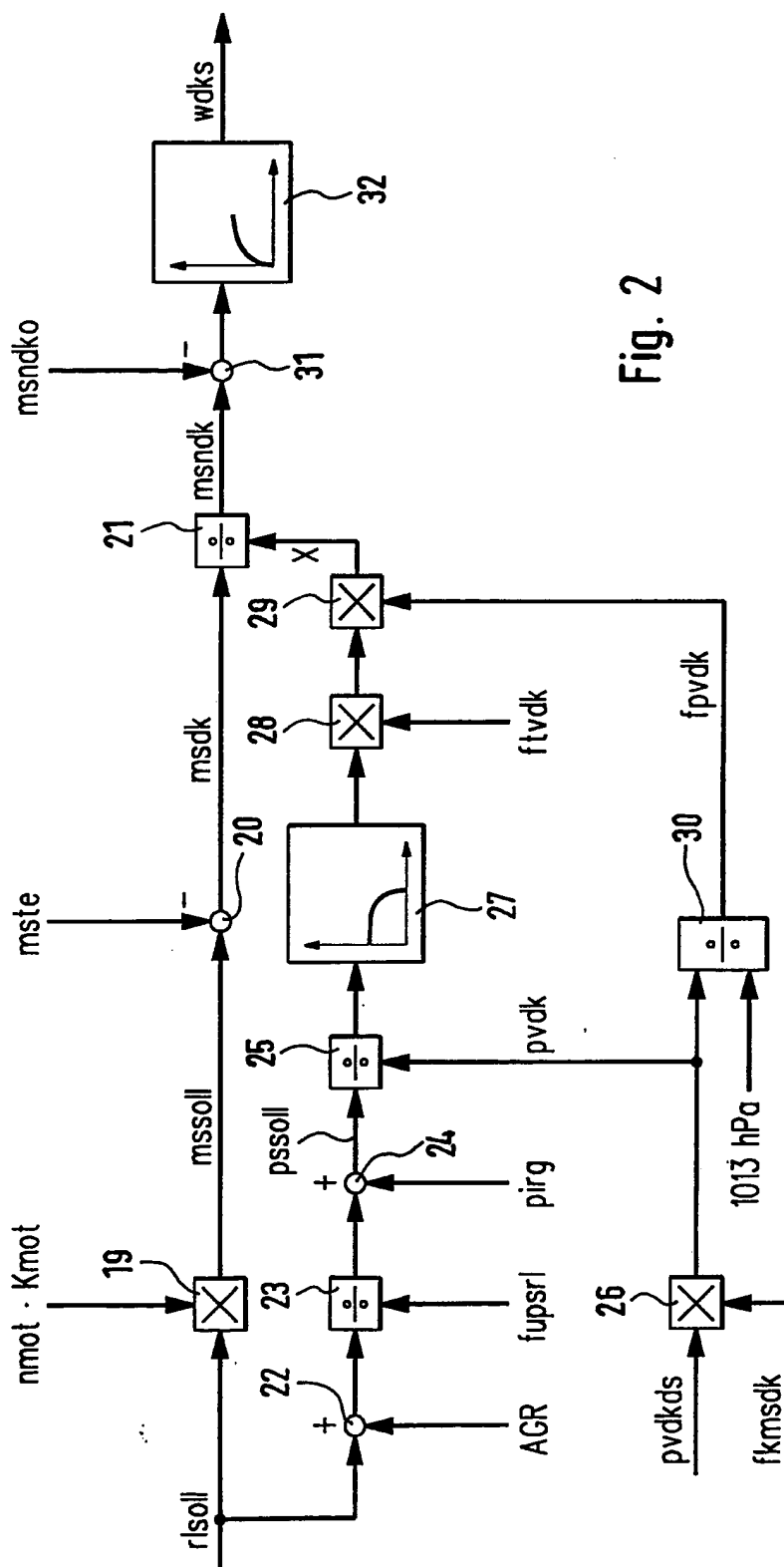


Fig. 2